昆 蟲 學 報
第3卷第1期 1953年9月

樹幹塗刷 DDT 防治松毛蟲 (*Dendrolimus punctatus* Walker) 研究

邱式邦 郭守桂 束炎南
(華北農業科學研究所，中央農業部)

關於松毛蟲 (*Dendrolimus punctatus* Walker) 的防治，歷來都用人力捕打。藥劑防治雖有效果，但存在問題甚多。山區水源困難，噴佈液劑幾不可能；如用粉劑，則松樹本身高大，山路崎嶇不平，除飛機外一般噴粉所用器械均感不太合用；且藥劑防治，費用較貴，難望在大片森林地帶普遍應用。為了解決上述的困難，作者等利用松毛蟲爬下針葉躲入樹幹皮層越冬的習性，研究在樹幹上塗刷有持久性的藥液以防治幼蟲的可能性。茲將 1947—48 兩年在南京試驗及在紫金山中山陵園實施防治的結果簡報如後。

一. 室內試驗

(一)試驗材料及方法

大部分試驗中均採用 1947 年南京越冬松毛蟲作材料，在測定樹幹塗藥法對夏季松毛蟲的防治效果時則採用各種大小的夏季幼蟲。

將直徑二市寸左右的松樹枝幹鋸成長二市尺半的木棍，用塗油漆的鬃刷在棍上各塗供試藥液一尺寬。塗藥多少以塗濕木棍而不使藥液滴下為度。待乾後使松毛蟲爬過此藥劑帶。每一處理用蟲二十頭，重複四次。爬完後將蟲移入鐵紗籠飼育，給以新鮮飼料，逐日觀察其死亡率，繼續觀察七天。試驗完畢後將塗有藥液的松木棍豎立田間，一任日晒雨打，以代表自然情形。

為觀察藥劑毒力的持久性起見，每隔一週，將田間木棍移入室內，照上述方法用松毛蟲試驗一次。

(二)三種藥劑毒力持久性的比較

松毛蟲下樹越冬和明春開始上樹的時期每年因氣溫不同而有差異。在同時、同

地、同一樹上的松毛蟲，其活動情形亦不完全一致，故試用樹幹塗藥法防治松毛蟲不僅要選擇對該蟲毒力强大的藥劑，且毒力必須經久不變，使在一定時期內爬過藥劑帶的幼蟲全歸死亡，因此作者等選擇 DDT, 666, 1068 三種藥劑作供試材料。

本試驗採用上述三種藥劑製成火油、大豆油、丙酮溶液和水懸液，各種液劑中的殺蟲有效成分含量爲 DDT 5%，γ666 1%，1068 5%，然後依上節所述的方法塗於松木棍上以供試驗。

表 1 三種藥劑毒力持久性的比較 1947 年 2 月

藥劑 \ 塗藥後時間	死亡率 當天	一週	二週	三週	四週	五週	六週
5% DDT 火油溶液	90	100	70	90	40	20	—
〃 〃 大豆油溶液	100	0	—	—	—	—	—
〃 〃 丙酮溶液	80	60	90	60	80	60	—
5% DDT 水懸液	100	100	100	100	100	100	100
1% γ666 火油溶液	100	20	0	—	—	—	—
〃 〃 大豆油溶液	100	0	—	—	—	—	—
〃 〃 丙酮溶液	80	0	0	—	—	—	—
〃 〃 水懸液	60	0	0	—	—	—	—
5% 1068 火油溶液	60	10	0	—	—	—	—
〃 〃 大豆油溶液	80	0	—	—	—	—	—
〃 〃 丙酮溶液	70	10	0	—	—	—	—

表 1 顯示在塗藥的當天，三種藥劑對松毛蟲均有相當高的殺蟲力，惟一週以後，僅 DDT 仍保持其毒力，666 和 1068 幾完全失效。在 DDT 諸處理中，水懸液的毒力持久性顯著較火油、大豆油和丙酮溶液爲佳，試驗繼續達六週，死亡率仍爲 100%。六週以後因天氣已暖，松毛蟲開始活動，試驗遂中止。

(三)防治松毛蟲用可濕性 DDT 的試製

在試驗進行時國內尙乏可濕性 DDT 供應，因此必須先克服這一困難。在下列諸試驗中作者等試製適於防治松毛蟲用的可濕性 DDT，對 DDT 懸液中濕潤劑的含量，DDT 劑中稀釋劑的種類與用量等均作一初步研究。

1. DDT 懸液中濕潤劑的適當含量

本試驗中試用 50% DDT 滑石粉，加自製的蓖油皂 0.5—5%，配成含 DDT 5% 的水懸液。另用美製的可濕性 DDT 作對照，以觀察濕潤劑含量對 DDT 毒力

的影響。

表 2　5% DDT 懸液中濕潤劑的適當含量試驗

蓖油皂含量 \ 塗藥後時間	死亡率 一週	二週	三週	四週
5 %	0	0	50	20
3 %	10	20	100	90
1 %	80	100	100	100
0.5 %	100	100	100	100
5 % 可濕性 DDT	100	80	100	100

表 2 中數字說明 DDT 懸液中濕潤劑（蓖油皂）的含量能影響藥劑的毒力。含 5 %蓖油皂的 DDT 懸液，其殺蟲效力顯著較濕潤劑含量少者為低，含 3—5% 蓖油皂的 DDT 懸液在試驗開始兩週內毒力甚低，第三週後效力又見提高，含 0.5—1% 蓖油皂的 DDT 懸液則與美製可濕性 DDT 毒力相等，殺蟲效率極高。濕潤劑含量較高的 DDT 懸液塗於樹幹上後毒力之所以不强可能是因 DDT 結晶層被濕潤劑蒙蓋之故，妨礙了害蟲與藥劑充分接觸的機會，過後經雨露的洗刷，濕潤劑逐漸被水洗走，DDT 的結晶層重新又顯露出來，因此在含濕潤劑 3—5% 的處理中，到第三週後殺蟲效力又見增高。根據本試驗結果，可知 DDT 懸液中的蓖油皂含量不宜過高，以不超過 1 %為適宜。

2. DDT 劑中的稀釋劑對懸液毒力的影響

本試驗用矽藻土，滑石粉，高陵土分別與純 DDT 磨成 50% DDT 粉劑，然後配成含 DDT 5% 的懸液，分別加 0.5%蓖油皂作濕潤劑，並用美製可濕性 DDT 作對照，以試驗稀釋劑的種類是否能影響懸液的毒力。

表 3　DDT 劑中的稀釋劑對懸液毒力的影響

稀釋劑 \ 塗藥後時間	死亡率 當天	一週	二週	三週
矽藻土	100	80	100	100
滑石粉	100	100	100	100
高陵土	90	90	80	100
可濕性 DDT	100	100	80	100

結果指出本試驗中所用的三種稀釋劑對 DDT 懸液防治松毛蟲效力並無顯著的影響。

3. DDT 劑中稀釋劑的含量對懸液毒力的影響

本試驗用純 DDT 與滑石粉分別配成含 DDT 20—90% 的粉劑，然後加 0.5% 的蓖油皂各製成含 DDT 5% 的懸液，塗於松木棍上試驗。結果見表 4。表中數字說明 DDT 劑中稀釋劑的含量，不影響 DDT 懸液對松毛蟲的毒力。

表 4 DDT 劑中稀釋劑含量對懸毒液力的影響

稀釋劑含量 \ 塗藥後時間	死亡率				
	當天	一週	二週	三週	四週
80%	100	90	100	90	100
70%	100	100	100	100	100
60%	100	90	100	100	100
50%	100	100	100	100	100
40%	100	60	100	100	90
30%	100	90	90	100	100
20%	100	90	90	100	100
10%	100	100	100	100	100
50% 可濕性 DDT	100	100	80	100	100

根據上述的結果，作者等建議上海病蟲藥械廠製成防治松毛蟲用的可濕性 DDT 一種，內含 DDT 50%，稀釋劑 45%，肥皂 5%，以供試驗和防治松毛蟲之用。

(四)松毛蟲爬行次數對塗藥面積上 DDT 毒力的影響

用樹幹塗藥的方法防治越冬松毛蟲有效，已詳前節。經 DDT 處理後的松樹，在一定塗藥面積上，多少松毛蟲爬行過後，藥劑仍能保持有效呢？為了答覆這問題，作者等用 2 市尺長 2 市寸寬的木板條，塗上一尺寬的 5% DDT 懸液，然後使松毛蟲越冬幼蟲爬行通過此藥帶。試驗中用蟲 20 組，每組蟲數為 100 頭。第一頭至第一百頭蟲稱第一組，第一百零一頭至第二百頭蟲稱第二組……依次爬行。爬行完畢，分組飼育於紗籠中，觀察及比較其死亡率。結果見表 5：

表 5 松毛蟲爬行次數對塗藥面積上 DDT 毒力的影響

組別	死亡率	組別	死亡率	組別	死亡率	組別	死亡率
1	100	6	98	11	98	16	90
2	100	7	96	12	100	17	95
3	100	8	95	13	100	18	94
4	99	9	94	14	91	19	33
5	100	10	93	15	88	20	67

表5說明 DDT 對松毛蟲毒力强大，在20平方市寸塗有5% DDT 懸液的小面積上，9天之內，經過1800頭松毛蟲爬行後，毒力仍未減小，死亡率尚在90%以上。自然情形下，即在大猖獗年份，亦不致有這許多松毛蟲爬過這樣一塊小面積的可能性，故實施防治時，松毛蟲的爬行次數不致影響樹幹上 DDT 的效力。

(五)樹幹塗藥防治夏秋季松毛蟲的可能性

用樹幹塗藥方法防治越冬松毛蟲效果顯著，已詳前節。爲了進一步研究樹幹塗藥法能否應用於防治夏秋季松毛蟲起見，作者等在7月又用各種大小不同的松毛蟲舉行試驗。DDT 的濃度分5%，10%，15%三種，塗藥寬度分一、二、三尺三種。試驗結果見表6：

表6 DDT 對夏季松毛蟲的毒力試驗 1948年7月

DDT 液劑濃度	塗藥寬度(尺)	蟲體長度(死亡率)					
		1.5 厘米	2	3	4	5	6
5%	1	90	70	50	52	35	
	2		100	78	86	35	
	3		90	100	90	55	
10%	1			95	50	35	—
	2			100	95	70	100
	3			100	100	75	100
15%	1			90	90	10	—
	2			100	100	95	100
	3			100	100	100	100

表6中結果說明三點：第一，夏季松毛蟲較越冬松毛蟲不易殺死；第二，夏季松毛蟲抗藥的能力隨齡期（體長）而增加，愈大愈難防治；第三，適當地增加藥液的濃度或塗藥的寬度可以把樹幹塗藥法應用到防治夏秋季松毛蟲上去，塗藥後將幼蟲擊落，使其在爬返樹上時接觸藥劑而中毒死亡。當然增加藥液濃度或塗藥寬度，防治費用勢必要增加了。

夏秋季松毛蟲較難中毒的主要原因爲：夏秋季溫度較高，松毛蟲非常活動，爬行極速，例如越冬松毛蟲在樹幹上爬行一尺所需的時間，在氣溫43—50°F.時平均需208秒鐘之久，而在80—89°F.的夏季溫度下僅39秒鐘，因此接觸 DDT 的時間大爲減低。此外因蟲體的增大，抗藥的能力也隨着增强。

表 7 不同氣溫下松毛蟲爬行 1 尺所需的時間

氣溫 (°F.)	試驗日期	爬行所需時間(秒) 平均	最快	最慢
43—50	10月30日至1月8日	208	45	440
51—60	10月30日至1月8日	185	45	580
61—70	10月30日至1月8日	186	40	420
69—72	10月6日至13日	75	20	180
80—89	7月	39	—	—

二. 田間試驗及防治結果

(一)松毛蟲越冬時期和越冬地位觀察

用樹幹塗藥法防治松毛蟲最有利的時機有二：一在松毛蟲開始下樹越冬前，一在越冬松毛蟲春季上樹活動前。塗藥太早，則影響藥劑的毒力，太遲則松毛蟲已開始越冬或已開始活動，防治效果就要減低。爲了確定南京環境下松毛蟲越冬的時期起見，作者等 1947—48 年冬季在南京紫金山作下述觀察：自 11 月 16 日起至 3 月 26 日止，每隔相當時間，在田間檢查松樹若干株，記載松樹各部分松毛蟲的分佈情形，結果見表 8：

表 8 南京松毛蟲越冬時期和越冬地位觀察

1947 年 11 月—1948 年 3 月

檢查次數	檢查年月	檢查株數	平均樹高(市尺)	離地3尺半處松樹平均圓周(市寸)	平均每樹蟲數	各部分蟲數百分率 鬆皮中	緊皮中	針葉中
1	47年11月16日	6	17.1	10.1	176	11.7	12.0	76.3
2	12月8—11日	33	21.0	10.3	192	26.4	60.2	13.4
3	48年1月9—14日	35	22.5	12.1	325	41.7	53.3	5.0
4	2月12—14日	40	23.3	10.1	255	35.5	57.3	7.2
5	3月3日	11	20.7	10.1	86	23.6	45.8	30.6
6	3月10日	10	23.0	10.0	168	9.0	6.3	85.7
7	3月26日	10	21.2	11.6	88	1.5	0.8	97.7

觀表 8 中結果，知南京松毛蟲在十一月中旬已經有 23.7%離開針葉躲入松樹皮層越冬，此後下樹越冬的松毛蟲逐漸增多，至十二月上旬，樹皮中蟲數已佔 86.6%，少數松毛蟲十二月上旬以後才離開針葉，一月和二月兩次檢查中，針葉中蟲數僅佔 5—7.2%，顯示準備下樹越冬的松毛蟲已全部下樹了。據以往檢查的結果，南京地帶的松毛蟲，即在最寒冷的季節，亦有極少部分留在針葉中越冬（樹

齡在 10 年以上)，例如 1937 年 2 月紫金山松毛蟲在針葉中越冬的佔 3.2%，樹幹皮下越冬的佔 96.8%。

在樹皮下越冬的松毛蟲，至三月初即開始活動，回到針葉爲害。3 月 3 日檢查，針葉中松毛蟲已佔 30.6%，3 月 10 日增至 85.7%，至 3 月 26 日，幾已全部離開樹幹皮層了。根據上面的觀察，可知在南京地帶，用樹幹塗藥法防治下樹越冬的松毛蟲，塗藥工作必須在 10 月底前結束。塗藥防治春季活動上樹的越冬松毛蟲，防治工作結束的日期不能遲於二月底。松毛蟲開始下樹至全部下樹越冬的時間約有一個半月，春季松毛蟲開始上樹至全部上樹的時間亦有一個月左右，因此所用的藥劑，其毒力持久性不宜少於一個半月。試驗中所用的 DDT 液劑頗合此項標準。

(二)樹幹塗刷 DDT 防治松毛蟲田間試驗

本試驗在紫金山選擇高二丈左右的馬尾松 360 株，三分之一塗 5% DDT 懸液，三分之一塗 3% DDT 懸液，另三分之一用作對照。塗藥部位在樹幹上最低樹枝伸出處之下。塗藥寬度爲 1 市尺。塗藥時將樹幹上部和樹枝上的鬆皮用鐮刀刮去，以免一部分幼蟲入內越冬，致不能接觸藥帶。塗藥時期分爲三個：一在 11 月初松毛蟲下樹越冬前，一在二月下旬松毛蟲春季上樹前，一在 4 月初松毛蟲已經上樹活動後。在最後的一個時期中，塗藥後將幼蟲用竹竿打下，使在爬返樹冠時接觸藥帶而中毒死亡。試驗結果見表 9：

表 9　樹幹塗刷 DDT 防治松毛蟲田間試驗結果　(1947—48)

塗藥日期	檢查日期	平均每株蟲數及死亡率					
		對照		5% DDT		3% DDT	
		蟲數	死亡率	蟲數	死亡率	蟲數	死亡率
1947年11月初	1948年1月6—14日	328.2	—	26.5	92.0	41.1	88.5
1948年2月下旬	3月31—4月3日	249.4	—	33.8	86.4	62.8	74.9
4月1—3日	4月19—20日	117.0	—	57.4	48.7	53.0	45.3

在田間松毛蟲爬經塗藥的樹幹後，一二日內樹下即發現有死蟲。在冬季松毛蟲下樹前塗 5% DDT 液劑的一處理中，檢查時每樹平均有蟲 26.5 頭，對照中有蟲 328.2 頭，死亡率爲 92%，3% DDT 處理中死亡率亦達 88.5%。參閱表 8 得知該年南京地帶的松毛蟲，有 5—7% 留在針葉中越冬，並未下樹，故可以推測凡實

際爬經 5% DDT 藥帶的松毛蟲幾已全部死亡。

在松毛蟲春季上樹前塗藥的處理中，塗 5% DDT 懸液的死亡 86.4%，3% DDT 的死亡 74.9%，死亡率較在松毛蟲下樹前塗藥的處理中爲稍低，因田間一部分松樹，枝葉交錯，春季松毛蟲上樹活動後，未經藥劑處理的松樹上的幼蟲，一部分能由樹冠遷移到塗藥的松樹上去之故。

在四月初松毛蟲已經上樹活動後塗藥的處理中，因幼蟲已經長大，抗藥能力增强，氣温較高，爬行亦較速，故死亡率遠不如在松毛蟲越冬前後塗藥爲有效。在松毛蟲活動季節用樹幹塗藥法防治，如增加藥液濃液及塗藥寬度，效果亦佳。

(三)用樹幹塗藥法防治紫金山松毛蟲結果

1948 年南京紫金山中山陵園採用樹幹塗刷 DDT 液劑方法防治松毛蟲。計在春季共防治馬尾松 75,292 株，夏季共防治 82,366 株，平均樹高 23.2 市尺，塗藥處樹幹圓周爲 7.7 市寸，離地三市尺半處圓周爲 10.9 市寸。塗藥後將樹上松毛蟲用竹竿或木棰擊落。

春季防治松毛蟲所用的 DDT 液劑濃度爲 5%，塗藥寬度爲 1 市尺。每斤 50% 可濕性 DDT 粉可防治松樹 323 株。平均每工可防治 39 株。夏季防治所用的 DDT 液劑濃度爲 10%。塗藥寬度爲 2 市尺。每斤 50% DDT 粉可防治 125 株松樹。平均每工可防治 24.5 株。

通常在松毛蟲活動季節進行防治，多將松毛蟲從樹上擊落然後加以消滅，其中以擊落後即用剪刀剪殺一法爲最速，故防治中一部分採用“擊落剪殺法”，與樹幹塗藥法作比較。用“擊落剪殺法”每工可防治松樹十二株，較春季塗藥法多費人工三倍餘，較夏季塗藥法多費人工一倍。

用樹幹塗藥法防治松毛蟲效果顯著，九月中旬據檢查中山陵園 11 個區的結果、防治後較防治前蟲數大量減少，減少百分率達 90—99%。未防治區域，則蟲數增加 16—350%。

三. 摘 要

本文研究在松樹幹上塗刷有持久性的藥劑以防治越冬松毛蟲的可能性。1947—48 年在南京試驗及實施防治的結果簡述如下：

(一) 在實驗室內使越冬松毛蟲爬行越過塗有一市尺寬各種藥液的松樹幹的結果，證明 5% DDT，1% γ 666，與 5% 1068 的懸液或溶液，在塗藥的當天均

有相當高的殺蟲效力，惟一週以後 γ 666 與 1068 完全失效，僅 DDT 仍保持強大的毒力。DDT 水懸液顯著較 DDT 火油、大豆油或丙酮溶液爲佳。塗有 5% DDT 懸液的松樹幹曝露田間六星期後，殺死松毛蟲能力仍達 100%。

（二）據試驗的結果，自製的可濕性 DDT，內含 DDT 50%，稀釋劑 45%，與肥皂 5 %，尙適宜於防治松毛蟲之用。

（三）松毛蟲爬行的次數對塗藥面積上 DDT 毒力的影響極微，在二十平方市寸塗有 5% DDT 懸液的小面積上，9 天之內經過 1800 頭松毛蟲爬行後，毒力仍未減小，死亡率尙在 90% 以上。

（四）夏季松毛蟲較越冬松毛蟲不易殺死，夏季松毛蟲抵抗 DDT 的能力隨齡期而增強。試驗中顯示如增加藥液濃度至含 DDT 10—15%，或增加塗藥的寬度至 2—3 市尺，夏季幼蟲亦能中毒死亡。故樹幹塗藥法亦可應用在夏季防治上，惟必須在塗藥後將松毛蟲從樹上擊落，使其在爬返樹冠時接觸藥劑而死亡。

（五）自然情形下，南京松毛蟲在十一月即開始下樹越冬，至來年三月初開始活動上樹，故採用樹幹塗藥法防治下樹越冬松毛蟲十月底以前必須完成塗藥工作。防治越冬後春季上樹活動的松毛蟲，二月底以前必須完成塗藥工作。

（六）在紫金山田間防治試驗中，十一月初松毛蟲下樹越冬前塗刷 5% DDT 懸液者死亡率爲 92%；二月下旬松毛蟲上樹前塗藥者死亡率爲 86.4%；（第二處理中死亡率較低，因田間松樹枝葉交錯，可能有一部分幼蟲由未塗藥樹上遷來之故。）根據觀察，南京該年有 5—7% 的松毛蟲留在針葉中越冬，並未下樹，因此可以推測試驗中凡實際爬經 5 %藥帶的松毛蟲幾已全部死亡。四月初在松毛蟲已經上樹活動後塗刷 5% DDT 懸液，再將幼蟲擊落的處理中，死亡率僅達 48.7%。

（七）1948 年紫金山採用樹幹塗藥法實施防治松毛蟲，共計塗藥防治的馬尾松有 157,658 株。秋後檢查減少松毛蟲 90—99%。未塗藥防治區中松毛蟲增加 16—350%。

防治越冬松毛蟲用 5% DDT 懸液，塗藥寬度爲 1 市尺，每斤 50 % 可濕性 DDT 粉可防治 23 市尺高的松樹 323 株。平均每工可防治 39 株，較人力捕打可節省勞力三倍多。

STUDIES ON THE CONTROL OF THE PINE CATERPILLAR (*DENDROLIMUS PUNCTATUS*, WALKER) BY APPLYING DDT ON THE TRUNK

CHEU S. P., KUO S. K. & SHUO Y. N.

North China Agricultural Research Institute; Department of Agriculture

The pine caterpiller, *Dendrolimus punctatus* Walker, has the habit of leaving the crown part of a tree and hibernating under the loose bark of the trunk. The present paper reports the successful control of this pest by treating a part of the trunk with a DDT suspension. All experiments were carried out at Nanking, 1947-48.

When solutions and water suspension containing 5% DDT, 1% γ 666, or 5% 1068 were applied with a brush to the trunk for a width of one foot and over-wintering larvae were allowed to crawl over the treated area, all the insecticides tested were found to be effective when freshly applied. After one week, how-ever, only preparations containing DDT remained effective. DDT water suspension was markedly better than DDT in kerosene, soybean oil, or acetone. Trees treated with a 5% DDT water suspension were still very toxic to the caterpillars at the end of six weeks.

The number of caterpillars crawling over a DDT-treated area would not influence the toxicity of the DDT film under practical field conditions. In one experiment an area of twenty inches square, treated with a 5% DDT suspension, still showed high toxicity to the caterpillars after 1,800 larvae had crawled over the area in a period of nine days.

Caterpillars were found to be more resistant to DDT in summer than in winter. By increasing either the concentration of DDT to 10-15% or the width of the treated area to 2-3 feet, the "trunk treatment method" could be used as well in summer, if the caterpillars were beaten down to the ground after the trees had been treated with DDT.

Under the field conditions in Nanking, 1947-48, the pine caterpillars began to leave the crown part of the trees and seek hibenation quarters in November. They became active again early in March, hence tree should be treated with DDT not later than the dates mentioned above.

A total of 157,658 trees were treated with DDT on the Purple Mountain, Nanking, 1948. Examinations showed that larval population decreased 90-99% in the treated area, while in the check area an increase in population of 16-350% had been observed.